

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re

U.S. application: Shunta TAKIMOTO and Kazuhiko INOUE
For: OPTICAL DEVICE SUITABLE FOR SEPARATING
AND SYNTHESIZING LIGHT

U.S. Serial No.: To Be Assigned

Filed: Concurrently

Group Art Unit: To Be Assigned

Examiner: To Be Assigned

Box PATENT APPLICATION

Assistant Director for Patents
Washington, D.C. 20231

Dear Sir:

EXPRESS MAIL MAILING LABEL NO.: EL 794555779 US
DATE OF DEPOSIT: DECEMBER 12, 2001

I hereby certify that this paper or fee is being deposited with the United States Postal Service "Express Mail Post Office to Addressee" service under 37 C.F.R. § 1.10 on the dated indicated above and is addressed to the BOX PATENT APPLICATION, Assistant Director for Patents, Washington, DC 20231.

Lorie Bigley

Name of Person Mailing Paper or Fee

Signature

DECEMBER 12, 2001

Date of Signature

CERTIFIED COPY OF PRIORITY DOCUMENT

Submitted herewith is a certified copy of Japanese Patent Application No. 2000-378589 filed December 13, 2000. Priority benefit under 35 U.S.C. § 119/365 for this Japanese patent application is claimed for the above-identified United States patent application.

Respectfully submitted,

By: James W. Williams
James W. Williams
Registration No. 20,047
Attorney for Applicants

JWW/fis
SIDLEY AUSTIN BROWN & WOOD
717 North Harwood, Suite 3400
Dallas, Texas 75201-6507
(214) 981-3328 (Direct)
(214) 981-3300 (Main)
(214) 981-3400 (Facsimile)
December 12, 2001

JCE18 U.S. PTO
10/021463
12/12/01

#2
4/2/02
M. Pridgen



2

【書類名】 特許願

【整理番号】 TL04075

【提出日】 平成12年12月13日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02B 27/18

【発明の名称】 投射型表示装置

【請求項の数】 7

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル
ミノルタ株式会社内

【氏名】 瀧本 俊太

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル
ミノルタ株式会社内

【氏名】 井上 和彦

【特許出願人】

【識別番号】 000006079

【氏名又は名称】 ミノルタ株式会社

【代理人】

【識別番号】 100085501

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐野 静夫

【選任した代理人】

【識別番号】 100111811

【弁理士】

【氏名又は名称】 山田 茂樹

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 024969

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9716119

【包括委任状番号】 0000030

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 投射型表示装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光源と、その光源からの光を 3 原色に対応した第 1 ～第 3 の色光に色分解する色分解手段と、前記第 1 ～第 3 の色光をそれぞれ変調する第 1 ～第 3 の透過型ライトバルブと、各透過型ライトバルブで変調された前記第 1 ～第 3 の色光を色合成する色合成手段と、色合成後の光を投射する投射手段と、を有する投射型表示装置において、

前記色合成手段が複数のプリズムから成り、互いに異なった波長選択特性を有する第 1, 第 2 のダイクロイック面と、前記第 3 の色光に対して全反射条件を満たすプリズム面とを有し、

前記第 1 のダイクロイック面が、前記投射手段の光軸に対して $40^{\circ} \sim 50^{\circ}$ の角度を成し、かつ、前記第 1 の色光と前記第 2 の色光とを色合成し、

前記第 2 のダイクロイック面が、前記第 1 のダイクロイック面で色合成された前記第 1, 第 2 の色光と、前記プリズム面で一度全反射した前記第 3 の色光とを色合成し、

前記第 1, 第 2 のダイクロイック面で色合成された前記第 1 ～第 3 の色光が、前記プリズム面から射出されることを特徴とする投射型表示装置。

【請求項 2】 前記第 1 のダイクロイック面が、前記投射手段の光軸に対して略 45° の角度を成すことを特徴とする請求項 1 記載の投射型表示装置。

【請求項 3】 前記第 1, 第 2 の色光が互いに略等しい光路長で前記第 1, 第 2 の透過型ライトバルブにそれぞれ入射し、前記第 3 の色光が前記第 1, 第 2 の色光とは異なる光路長で前記第 3 の透過型ライトバルブに入射し、その第 3 の色光の光路中にはリレー光学系が配置されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の投射型表示装置。

【請求項 4】 前記色分解手段が第 1, 第 2 のダイクロイックミラーから成り、前記第 1 のダイクロイックミラーが前記光源からの光を前記第 1 の色光と前記第 2, 第 3 の色光とに色分解し、その第 2, 第 3 の色光を前記第 2 のダイクロイックミラーが前記第 2 の色光と前記第 3 の色光とに色分解することを特徴とする

請求項 1, 2 又は 3 記載の投射型表示装置。

【請求項 5】 前記第 1 のダイクロイックミラーの反射面が、前記第 1 のダイクロイック面と略平行であることを特徴とする請求項 4 記載の投射型表示装置。

【請求項 6】 光源と、その光源からの光を 3 原色に対応した第 1 ～第 3 の色光に色分解する色分解手段と、前記第 1 ～第 3 の色光をそれぞれ変調する第 1 ～第 3 の反射型ライトバルブと、各反射型ライトバルブで変調された前記第 1 ～第 3 の色光を色合成する色合成手段と、色合成後の光を投射する投射手段と、を有する投射型表示装置において、

前記色合成手段が複数のプリズムから成り、互いに異なった波長選択特性を有する第 1, 第 2 のダイクロイック面と、前記第 3 の色光に対して全反射条件を満たすプリズム面とを有し、

前記第 1 のダイクロイック面が、前記投射手段の光軸に対して $40^{\circ} \sim 50^{\circ}$ の角度を成し、かつ、前記第 1 の色光と前記第 2 の色光とを色合成し、

前記第 2 のダイクロイック面が、前記第 1 のダイクロイック面で色合成された前記第 1, 第 2 の色光と、前記プリズム面で一度全反射した前記第 3 の色光とを色合成し、

前記第 1, 第 2 のダイクロイック面で色合成された前記第 1 ～第 3 の色光が、前記プリズム面から射出されることを特徴とする投射型表示装置。

【請求項 7】 前記第 1 のダイクロイック面が、前記投射手段の光軸に対して略 45° の角度を成すことを特徴とする請求項 6 記載の投射型表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は投射型表示装置に関するものであり、例えば、照明した液晶パネルの 2 次元映像をスクリーンに投影表示する液晶プロジェクター等の投射型表示装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

ダイクロイック面として機能する貼り合わせ面が X 状を成すように、4 個の同

一形状の三角プリズムが貼り合わされた構成の色合成手段(以下「クロスダイクロミックプリズム」という。)が従来より知られている。また、クロスダイクロミックプリズムで色合成を行う投射型表示装置も従来より知られており(特公平 8-16828号公報等)、その光学構成の概略を図4に示す。

【0003】

図4に示す投射型表示装置は、光源ランプ(1)、レンズアレイ(2a,2b)、反射ミラー(3a,3b)、重ね合わせレンズ(4)、ダイクロミックミラー(M1,M2)、リレー光学系(5)、フィールドレンズ(6R,6G,6B)、透過型のライトバルブ(7R,7G,7B)、クロスダイクロミックプリズム(15)、投射レンズ(9;AX:光軸)等で構成されている。光源ランプ(1)からの光は、2つのレンズアレイ(2a,2b)、重ね合わせレンズ(4)等から成るインテグレータ手段により、その空間的なエネルギー分布が均一化される。2つのレンズアレイ(2a,2b)の間では反射ミラー(3a)によって照明光の光路が折り曲げられ、またライトバルブ(7R,7G,7B)を液晶で構成する場合には、光源ランプ(1)からの光の利用効率を向上させるために、偏光変換手段(不図示)がインテグレータ手段の近傍に配置される。

【0004】

第1、第2のダイクロミックミラー(M1,M2)は、前記インテグレータ手段から射出した照明光を3原色に対応した赤(R)・緑(G)・青(B)の各色光に色分解する色分解手段である。Rの色光は、第1のダイクロミックミラー(M1)で反射され、反射ミラー(3b)で反射された後、フィールドレンズ(6R)を通過する。一方、G、Bの色光は第1のダイクロミックミラー(M1)を透過する。Gの色光は、第2のダイクロミックミラー(M2)で反射された後、フィールドレンズ(6G)を通過する。Bの色光は、第2のダイクロミックミラー(M2)を透過した後、リレーレンズ(5a,5c)及び反射ミラー(5b,5d)から成るリレー光学系(5)を通過して、フィールドレンズ(6B)を通過する。

【0005】

各フィールドレンズ(6R,6G,6B)は、その射出光が投射レンズ(9)の瞳に入射するようにパワーが決められている。そして、各フィールドレンズ(6R,6G,6B)を通過したRGBの各色光は、それらの近傍に配置されている各透過型ライトバルブ

(7R,7G,7B)で変調される。変調されたRGBの各色光は、色合成手段としてのクロスダイクロイックプリズム(15)で色合成された後、投射レンズ(9)でスクリーン(不図示)上に投射される。なお、色分解・色合成におけるRGBの順序はこの投射型表示装置の場合に限るものではない。

【0006】

RGBの色光を色合成するクロスダイクロイックプリズム(15)は、先に述べたように4個の三角プリズムが貼り合わされた構成になっており、X状のダイクロイック面がR、Bの色光のみを反射しGの色光を透過させることにより3色の色合成を行う。その色合成において、例えば第1のライトバルブ(7R)から射出したRの色光は、2つの面(15a,15b)から成る第1のダイクロイック面で反射されることになる。このように別々の三角プリズムで1つのダイクロイック面(15a,15b)を構成することは、クロスダイクロイックプリズム(15)を製造する際の精度劣化要因となる。例えば貼り合わせ精度が低いと、図5に示すように三角プリズムの頂角部(15d)を境界として平行シフトした2面(15a,15b)で、1つのダイクロイック面が構成されてしまう。また個々の三角プリズムの加工精度が低いと、図6に示すように頂角部(15d)を中心とした角度： $(180 \pm \delta)^\circ$ を成す2面(15a,15b)で、1つのダイクロイック面が構成されてしまう(δ ：2つの面が成す角度差)。

【0007】

第3のライトバルブ(7B)から射出した光を反射する第2のダイクロイック面にも、上記第1のダイクロイック面(15a,15b)と同様の精度劣化要因が存在する。第1、第3のライトバルブ(7R,7B)から射出した光が、精度劣化した第1、第2のダイクロイック面で反射すると、個々のライトバルブ(7R,7G,7B)からの投射像の合成に部分的なズレが発生してしまう。このズレは、ライトバルブ(7R,7G,7B)相互の位置調整では調整不可能である。このように製造時の精度劣化要因を有するクロスダイクロイックプリズム(15)を色合成に用いると、特にライトバルブ(7R,7G,7B)の小型化・高精細化に対して精度的な限界が生じてしまう。また、高精度な製造が必要となるため、製品の高価格化を招くことにもなる。

【0008】

上記クロスダイクロイックプリズム(15)以外の色合成手段として、図7に示すダイクロイックプリズム(16)が従来より知られている(特許第2505758号公報等)。このダイクロイックプリズム(16)は3個のプリズム(P1,P2,P3)から成っており、第1のプリズム(P1)と第2のプリズム(P2)との接合面が第1のダイクロイック面(D1)になっている。また第3のプリズム(P3)において、第2のプリズム(P2)に対し所定の空気間隔をあけて対向する面が第2のダイクロイック面(D2)になっている。前述した投射型表示装置(図4)において、クロスダイクロイックプリズム(15)の代わりにダイクロイックプリズム(16、図7)を用いると、その光学構成は図8に示すようになる。図8中、前述の投射型表示装置(図4)と同一の部分や相当する部分には同一の符号を付して示す。

【0009】

Rの色光はプリズム面(T1)で全反射した後、第1のダイクロイック面(D1)で反射してGの色光と色合成される。色合成されたR、Gの色光は、第2のダイクロイック面(D2)に入射する。Bの色光はプリズム面(T2)で全反射した後、第2のダイクロイック面(D2)で反射してR、Gの色光と色合成される。2つのダイクロイック面(D1,D2)で色合成されたRGBの色光は、プリズム面(T2)から射出した後、投射レンズ(9)でスクリーン(不図示)上に投射される。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】

図7に示すダイクロイックプリズム(16)では、第1、第2のダイクロイック面(D1,D2)がいずれも1つのプリズム面上に構成されるため、製造時の精度劣化は少ない。しかし、図4に示す表示装置と比較した場合、それと同一の大きさを持った透過型ライトバルブ(7R,7G,7B)に対して同一のFナンバーで照明を行う光学構成(図8)にすると、色分解手段を含む照明系全体の構成が大型化してしまう。

【0011】

本発明はこのような状況に鑑みてなされたものであって、高い精度で色合成を行うことが可能な低価格で小型の投射型表示装置を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、第 1 の発明の投射型表示装置は、光源と、その光源からの光を 3 原色に対応した第 1 ～第 3 の色光に色分解する色分解手段と、前記第 1 ～第 3 の色光をそれぞれ変調する第 1 ～第 3 の透過型ライトバルブと、各透過型ライトバルブで変調された前記第 1 ～第 3 の色光を色合成する色合成手段と、色合成後の光を投射する投射手段と、を有する投射型表示装置において、前記色合成手段が複数のプリズムから成り、互いに異なった波長選択特性を有する第 1, 第 2 のダイクロイック面と、前記第 3 の色光に対して全反射条件を満たすプリズム面とを有し、前記第 1 のダイクロイック面が、前記投射手段の光軸に対して $40^{\circ} \sim 50^{\circ}$ の角度を成し、かつ、前記第 1 の色光と前記第 2 の色光とを色合成し、前記第 2 のダイクロイック面が、前記第 1 のダイクロイック面で色合成された前記第 1, 第 2 の色光と、前記プリズム面で一度全反射した前記第 3 の色光とを色合成し、前記第 1, 第 2 のダイクロイック面で色合成された前記第 1 ～第 3 の色光が、前記プリズム面から射出されることを特徴とする。

【 0 0 1 3 】

第 2 の発明の投射型表示装置は、上記第 1 の発明の構成において、前記第 1 のダイクロイック面が、前記投射手段の光軸に対して略 45° の角度を成すことを特徴とする。

【 0 0 1 4 】

第 3 の発明の投射型表示装置は、上記第 1 又は第 2 の発明の構成において、前記第 1, 第 2 の色光が互いに略等しい光路長で前記第 1, 第 2 の透過型ライトバルブにそれぞれ入射し、前記第 3 の色光が前記第 1, 第 2 の色光とは異なる光路長で前記第 3 の透過型ライトバルブに入射し、その第 3 の色光の光路中にはリレー光学系が配置されていることを特徴とする。

【 0 0 1 5 】

第 4 の発明の投射型表示装置は、上記第 1, 第 2 又は第 3 の発明の構成において、前記色分解手段が第 1, 第 2 のダイクロイックミラーから成り、前記第 1 のダイクロイックミラーが前記光源からの光を前記第 1 の色光と前記第 2, 第 3 の色光とに色分解し、その第 2, 第 3 の色光を前記第 2 のダイクロイックミラーが前記第 2 の色光と前記第 3 の色光とに色分解することを特徴とする。

【 0 0 1 6 】

第 5 の発明の投射型表示装置は、上記第 4 の発明の構成において、前記第 1 のダイクロイックミラーの反射面が、前記第 1 のダイクロイック面と略平行であることを特徴とする。

【 0 0 1 7 】

第 6 の発明の投射型表示装置は、光源と、その光源からの光を 3 原色に対応した第 1 ～第 3 の色光に色分解する色分解手段と、前記第 1 ～第 3 の色光をそれぞれ変調する第 1 ～第 3 の反射型ライトバルブと、各反射型ライトバルブで変調された前記第 1 ～第 3 の色光を色合成する色合成手段と、色合成後の光を投射する投射手段と、を有する投射型表示装置において、前記色合成手段が複数のプリズムから成り、互いに異なった波長選択特性を有する第 1, 第 2 のダイクロイック面と、前記第 3 の色光に対して全反射条件を満たすプリズム面とを有し、前記第 1 のダイクロイック面が、前記投射手段の光軸に対して $40^{\circ} \sim 50^{\circ}$ の角度を成し、かつ、前記第 1 の色光と前記第 2 の色光とを色合成し、前記第 2 のダイクロイック面が、前記第 1 のダイクロイック面で色合成された前記第 1, 第 2 の色光と、前記プリズム面で一度全反射した前記第 3 の色光とを色合成し、前記第 1, 第 2 のダイクロイック面で色合成された前記第 1 ～第 3 の色光が、前記プリズム面から射出されることを特徴とする。

【 0 0 1 8 】

第 7 の発明の投射型表示装置は、上記第 6 の発明の構成において、前記第 1 のダイクロイック面が、前記投射手段の光軸に対して略 45° の角度を成すことを特徴とする。

【 0 0 1 9 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明を実施した投射型表示装置を、図面を参照しつつ説明する。なお、前記従来例や各実施の形態等の相互で同一の部分や相当する部分には同一の符号を付して重複説明を適宜省略する。

【 0 0 2 0 】

図 1 に、透過型ライトバルブ(7R,7G,7B)を有する投射型表示装置の一実施の形

態を示す。この投射型表示装置は、光源ランプ(1)、レンズアレイ(2a,2b)、反射ミラー(3a,3b)、重ね合わせレンズ(4)、ダイクロイックミラー(M1,M2)、リレー光学系(5)、フィールドレンズ(6R,6G,6B)、透過型のライトバルブ(7R,7G,7B)、ダイクロイックプリズム(8)、投射レンズ(9)等で構成されている。そして、各ライトバルブ(7R,7G,7B)を照明する照明系は、前述した表示装置(図4, 図8)と同様、レンズアレイ(2a,2b)、反射ミラー(3a,3b)、重ね合わせレンズ(4)、ダイクロイックミラー(M1,M2)、リレー光学系(5)、フィールドレンズ(6R,6G,6B)等で構成されている。

【 0 0 2 1 】

光源ランプ(1)から発せられた光は、2つのレンズアレイ(2a,2b)、重ね合わせレンズ(4)等から成るインテグレータ手段により、その空間的なエネルギー分布が均一化される。2つのレンズアレイ(2a,2b)の間では反射ミラー(3a)によって照明光の光路が折り曲げられ、また、第1～第3の透過型ライトバルブ(7R,7G,7B)を液晶で構成する場合には、光源ランプ(1)からの光の利用効率を向上させるために、偏光変換手段(不図示)がインテグレータ手段の近傍に配置される。

【 0 0 2 2 】

第1, 第2のダイクロイックミラー(M1,M2)は、前記インテグレータ手段から射出した照明光を3原色に対応した第1～第3の色光{つまり赤(R)・緑(G)・青(B)の各色光}に色分解する色分解手段であり、第1のダイクロイックミラー(M1)がRの色光とG, Bの色光との色分解を行い、第2のダイクロイックミラー(M2)がGの色光とBの色光との色分解を行う。重ね合わせレンズ(4)から射出した光のうち、Rの色光は第1のダイクロイックミラー(M1)で反射され、反射ミラー(3b)で反射された後、フィールドレンズ(6R)を通過する。一方、G, Bの色光は第1のダイクロイックミラー(M1)を透過する。第1のダイクロイックミラー(M1)を透過したGの色光は、第2のダイクロイックミラー(M2)で反射された後、フィールドレンズ(6G)を通過する。第1のダイクロイックミラー(M1)を透過したBの色光は、第2のダイクロイックミラー(M2)を透過した後、リレーレンズ(5a,5c)及び反射ミラー(5b,5d)から成るリレー光学系(5)を通過して、フィールドレンズ(6B)を通過する。

【 0 0 2 3 】

各フィールドレンズ(6R,6G,6B)は、その射出光が投射レンズ(9)の瞳に入射するようにパワーが決められている。そして、各フィールドレンズ(6R,6G,6B)を通過したRGBの各色光は、それらの近傍に配置されている各透過型ライトバルブ(7R,7G,7B)で変調される。このとき、R、Gの色光は互いに等しい光路長で透過型ライトバルブ(7R,7G)にそれぞれ入射し、Bの色光はR、Gの色光とは異なる光路長で透過型ライトバルブ(7B)に入射する。このように光路長の差があっても、Bの色光はその光路中に配置されているリレー光学系(5)によってリレーされるため、3つのライトバルブ(7R,7G,7B)の光学的な配置関係は等価なものとなる。なお、上記のようにR、Gの色光が互いに等しい光路長で各透過型ライトバルブ(7R,7G)に入射するのが最適ではあるが、両方の光路長が厳密に等しくなければならないわけではない。つまり、R、Gの色光が互いに略等しい光路長で透過型ライトバルブ(7R,7G)にそれぞれ入射するようにしてもよい。

【 0 0 2 4 】

ライトバルブ(7R,7G,7B)として透過型の液晶パネルを用いた場合には、液晶パネルの入射側に配置した偏光板(不図示)で各色光の偏光方向が整えられる。各液晶パネルは、偏光方向の揃った各色光を2次元映像の各画素の表示(つまり画素毎のON/OFF)に応じた選択的な偏光制御により変調し、2種類の偏光(P偏光、S偏光)から成る透過光を射出する。透過光のうち特定の偏光のみが、液晶パネルの射出側に配置した偏光板(不図示)を透過し、ダイクロイックプリズム(8)に入射する。このようにして透過型のライトバルブ(7R,7G,7B)で変調されたRGBの各色光は、色合成手段としてのダイクロイックプリズム(8)で色合成された後、投射レンズ(9)でスクリーン(不図示)上に投射される。なお、色分解・色合成におけるRGBの順序は、この投射型表示装置の場合に限らない。ダイクロイックミラー(M1,M2)や後述のダイクロイック面(D1,D2)の特性を変更することにより、色分解・色合成におけるRGBの順序を入れ替えることは容易である(後で説明する図3の投射型表示装置についても同様である)。

【 0 0 2 5 】

図1及び図2に示すように、RGBの色光を色合成するダイクロイックプリズ

ム(8)は、3個の三角プリズム(P1,P2,P3)が貼り合わされた構成になっており、互いに異なった波長選択特性を有する第1、第2のダイクロイック面(D1,D2)と、Bの色光に対して全反射条件を満たすプリズム面(T)とを有している。第1のダイクロイック面(D1)は、投射レンズ(9)の光軸(AX)に対して略 45° の角度(α)を成し、Rの色光とGの色光とを色合成する。第1のダイクロイック面(D1)で色合成されたR、Gの色光は、第2のダイクロイック面(D2)に入射する。第2のダイクロイック面(D2)は、第1のダイクロイック面(D1)で色合成されたR、Gの色光と、プリズム面(T)で一度全反射したBの色光とを色合成する。第1、第2のダイクロイック面(D1,D2)で色合成されたRGBの色光は、プリズム面(T)から射出される。

【0026】

第1のダイクロイック面(D1)が投射レンズ(9)の光軸(AX)に対して成す角度 α は $40^{\circ} \sim 50^{\circ}$ であることが望ましく、本実施の形態におけるダイクロイックプリズム(8)のように $\alpha \doteq 45^{\circ}$ であることが更に望ましい。角度 α が 40° より小さいと、重ね合わせレンズ(4)から射出した光束に反射ミラー(3b)が干渉してしまい、これを避けようとするれば照明系の光路が大きくなる。角度 α が 50° より大きいと、第1のダイクロイックミラー(M1)で反射されて反射ミラー(3b)に到達するまでの光束にフィールドレンズ(6R)が干渉してしまい、これを避けようとするれば照明系の光路が大きくなる。いずれの場合も色分解手段を含む照明系の光路が大きくなるため、投射型表示装置全体が大型化してしまう。 $\alpha = 40^{\circ} \sim 50^{\circ}$ にすれば照明系の光路の折り曲げがコンパクトになり、照明系の光路の小型化により投射型表示装置全体の小型化を達成することができる。

【0027】

上記 $\alpha = 40^{\circ} \sim 50^{\circ}$ との関連から言えば、第1のダイクロイック面(D1)に入射するRとGの色光に関して、第1のダイクロイック面(D1)で分岐した光軸(AX)が成す好ましい角度 γ は $80^{\circ} \sim 100^{\circ}$ であり、本実施の形態におけるダイクロイックプリズム(8)のように角度 γ が略 90° であれば更に好ましい。また、第1のダイクロイックミラー(M1)の反射面が第1のダイクロイック面(D1)と略平行であることが望ましく、図1に示すように第1のダイクロイック面(D1)と同

一の平面上に第 1 のダイクロイックミラー(M1)の反射面が位置するように照明系を構成することが更に望ましい。第 1 のダイクロイックミラー(M1)と第 1 のダイクロイック面(D1)とを互いの反射面が略平行になるように配置することにより、色分解手段を含む照明系の光路を最小サイズの配置とすることができる。

【 0 0 2 8 】

ダイクロイックプリズム(8)における全反射は、第 3 の三角プリズム(P3)のプリズム面(T)でのみ行われ、そのプリズム面(T)は色合成された光(R G B)が射出する面と同一の面になっている。そして、プリズム面(T)は B の色光に対して全反射条件を満たしており、その全反射条件は以下の式(i)で表される(図 2)。

$$180^{\circ} - 2\beta - \theta' > \theta \quad \dots (i)$$

ただし、

β : 第 2 のダイクロイック面(D2)と投射レンズ(9)の光軸(AX)とが成す角度

θ' : 第 3 の三角プリズム(P3)内での最大光線角度、

θ : 臨界角 $\{\theta = \arcsin(1/n)\}$ 、

n : B の色光に対する第 3 の三角プリズム(P3)の屈折率、
である。

【 0 0 2 9 】

上述したようにダイクロイックプリズム(8)は、B の色光に対して全反射条件を満たすプリズム面(T)を有し、投射レンズ(9)の光軸(AX)に対して $40^{\circ} \sim 50^{\circ}$ の角度(α)を成す第 1 のダイクロイック面(D1)を有し、さらにそのダイクロイック面(D1)で色合成された R, G の色光とプリズム面(T)で一度全反射した B の色光とを色合成する第 2 のダイクロイック面(2)を有する構成になっているため、ダイクロイックミラー(M1,M2)を含む照明系全体が最適に小型化された配置となる。したがって、投射型表示装置の小型化が低価格で達成される。そして、第 1, 第 2 のダイクロイック面(D1,D2)がいずれも 1 つのプリズム面上に構成されるため、製造時に必要な貼り合わせ精度(図 5)や加工精度(図 6)を緩くすることができ、それにより表示装置の低価格化を達成することができる。また、高い精度で色合成を行うことができるため、ライトバルブ(7R,7G,7B)の小型化・高精細

化にも対応することができる。

【 0 0 3 0 】

図 7 及び図 8 に示すダイクロイックプリズム(16)では、R の色光をプリズム面(T1)で全反射させるために、プリズム面(T1)と第 2 のダイクロイック面(D2)との間に薄い空気層が必要である。プリズム面(T1)と第 2 のダイクロイック面(D2)との間に高い精度で空気間隔をあけるには、製造時の結合工程で高度の技術が必要とされる。これに対し、本実施の形態に用いられているダイクロイックプリズム(8)は 3 個の三角プリズム(P1,P2,P3)から成る接合プリズムであり、その接合はプリズム面間に充填した接着剤での貼り合わせにより行われる。したがって、容易かつ安価な製造が可能である。

【 0 0 3 1 】

図 3 に、反射型ライトバルブ(11R,11G,11B)を有する投射型表示装置の一実施の形態を示す。この投射型表示装置は、反射型ライトバルブ(11R,11G,11B)に対する照明光の色分解及び反射光の色合成に、前記ダイクロイックプリズム(8、図 2)を兼用したものであり、光源ランプ(1)、レンズアレイ(2a,2b)、反射ミラー(3)、重ね合わせレンズ(4)、偏光ビームスプリッター(10)、ダイクロイックプリズム(8)、フィールドレンズ(6R,6G,6B)、反射型のライトバルブ(11R,11G,11B)、投射レンズ(9)等で構成されている。そして、各ライトバルブ(11R,11G,11B)を照明する照明系は、レンズアレイ(2a,2b)、反射ミラー(3)、重ね合わせレンズ(4)、偏光ビームスプリッター(10)、ダイクロイックプリズム(8)、フィールドレンズ(6R,6G,6B)等で構成されている。

【 0 0 3 2 】

光源ランプ(1)から発せられた光は、2つのレンズアレイ(2a,2b)、重ね合わせレンズ(4)等から成るインテグレータ手段により、その空間的なエネルギー分布が均一化される。そして、反射ミラー(3)で照明光の光路が折り曲げられた後、偏光ビームスプリッター(10)に入射する。偏光ビームスプリッター(10)は、入射してきた光を反射光(S 偏光)と透過光(P 偏光)とに分離する偏光分離手段であって、ここでは反射光(S 偏光)をダイクロイックプリズム(8)に入射させる。ここでダイクロイックプリズム(8)は、入射光を 3 原色に対応した R G B の各色光に

色分解する色分解手段として作用する。

【 0 0 3 3 】

Bの色光は、第2のダイクロイック面(D2)で反射し、プリズム面(T)で全反射した後、フィールドレンズ(6B)を通過する。一方、G、Rの色光は第2のダイクロイック面(D2)を透過する。第2のダイクロイック面(D2)を透過したGの色光は、第1のダイクロイック面(D1)を透過した後、フィールドレンズ(6G)を通過する。第2のダイクロイック面(D2)を透過したRの色光は、第1のダイクロイック面(D1)で反射した後、フィールドレンズ(6R)を通過する。

【 0 0 3 4 】

各フィールドレンズ(6R,6G,6B)を通過したRGBの各色光は、それらの近傍に配置されている各反射型ライトバルブ(11R,11G,11B)で変調される。ライトバルブ(11R,11G,11B)として反射型の液晶パネルを用いた場合には、偏光ビームスプリッター(10)での反射により偏光方向が揃った各色光(S偏光)を、各液晶パネルが2次元映像の各画素の表示(つまり画素毎のON/OFF)に応じた選択的な偏光制御により変調し、2種類の偏光(P偏光、S偏光)から成る反射光を射出する。各ライトバルブ(11R,11G,11B)から射出した各色光は、フィールドレンズ(6R,6G,6B)を通過した後、ダイクロイックプリズム(8)に入射する。ここでダイクロイックプリズム(8)は、入射してきたRGBの各色光を色合成する色合成手段として作用する。

【 0 0 3 5 】

第1のダイクロイック面(D1)は、Rの色光とGの色光とを色合成する。第1のダイクロイック面(D1)で色合成されたR、Gの色光は、第2のダイクロイック面(D2)に入射する。第2のダイクロイック面(D2)は、第1のダイクロイック面(D1)で色合成されたR、Gの色光と、プリズム面(T)で一度全反射したBの色光とを色合成する。第1、第2のダイクロイック面(D1,D2)で色合成されたRGBの色光は、プリズム面(T)から射出される。このように、RGBの各色光はダイクロイックプリズム(8)中を同一の光路で往復することにより色分解と色合成が行われ、そして再び偏光ビームスプリッター(10)に入射する。偏光ビームスプリッター(10)は、入射してきた光のうちP偏光のみを投射光として透過させる。偏光ビ

ームスプリッター(10)を透過した光は、投射レンズ(9)でスクリーン(不図示)上に投射される。

【 0 0 3 6 】

本実施の形態のように、反射型ライトバルブ(11R,11G,11B)を有する投射型表示装置にダイクロイックプリズム(8)を用いた場合でも、照明系全体が最適に小型化された配置となり、図 1 に示す投射型表示装置の場合と同様の効果が得られる。しかも、ダイクロイックプリズム(8)を色分解と色合成に兼用する構成になっているため、投射型表示装置の更なる小型化及び低価格が達成される。

【 0 0 3 7 】

【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、特徴的な色合成手段で色合成を行う構成になっているため、高い精度で色合成を行うことが可能な低価格で小型の投射型表示装置を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

透過型ライトバルブを有する投射型表示装置の一実施の形態を示す光学構成図

【図 2】

図 1 の投射型表示装置において色合成を行うダイクロイックプリズムを示す断面図。

【図 3】

反射型ライトバルブを有する投射型表示装置の一実施の形態を示す光学構成図

【図 4】

クロスダイクロイックプリズムで色合成を行う投射型表示装置の従来例を示す光学構成図。

【図 5】

クロスダイクロイックプリズムを構成する三角プリズムの貼り合わせ精度を説明するための断面図。

【図 6】

クロスダイクロイックプリズムを構成する三角プリズムの加工精度を説明するための断面図。

【図 7】

色合成に使用可能なダイクロイックプリズムの従来例を示す断面図。

【図 8】

図 7 のダイクロイックプリズムで色合成を行う投射型表示装置の一例を示す光学構成図。

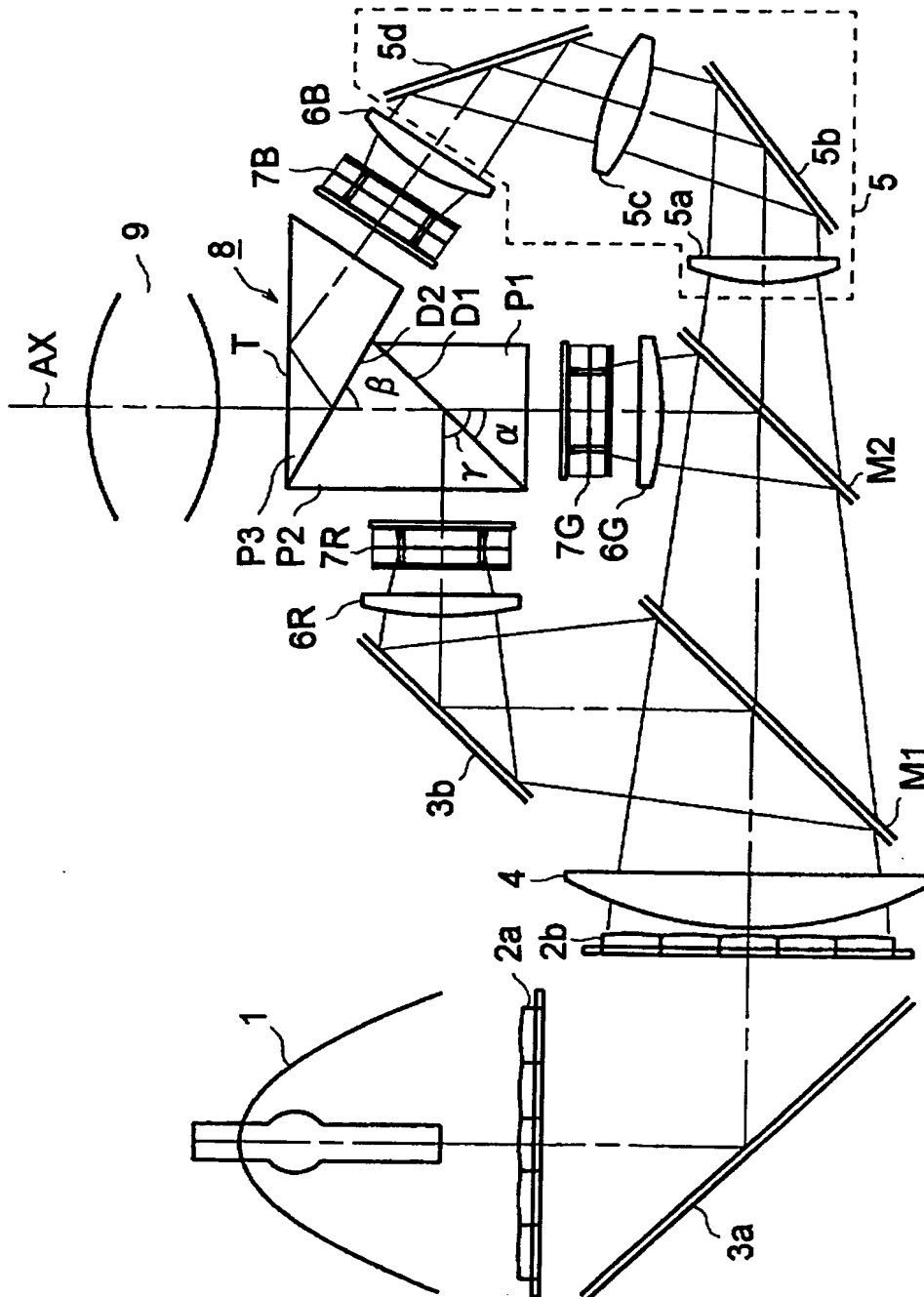
【符号の説明】

- 1 …光源ランプ(光源)
- M1 …第 1 のダイクロイックミラー(色分解手段)
- M2 …第 2 のダイクロイックミラー(色分解手段)
- 5 …リレー光学系
- 7R …第 1 の透過型ライトバルブ
- 7G …第 2 の透過型ライトバルブ
- 7B …第 3 の透過型ライトバルブ
- 8 …ダイクロイックプリズム(色分解手段, 色合成手段)
- P1, P2, P3 …三角プリズム
- D1 …第 1 のダイクロイック面
- D2 …第 2 のダイクロイック面
- T …プリズム面
- 9 …投射レンズ(投射手段)
- 10 …偏光ビームスプリッター
- 11R …第 1 の反射型ライトバルブ
- 11G …第 2 の反射型ライトバルブ
- 11B …第 3 の反射型ライトバルブ
- AX …投射レンズの光軸

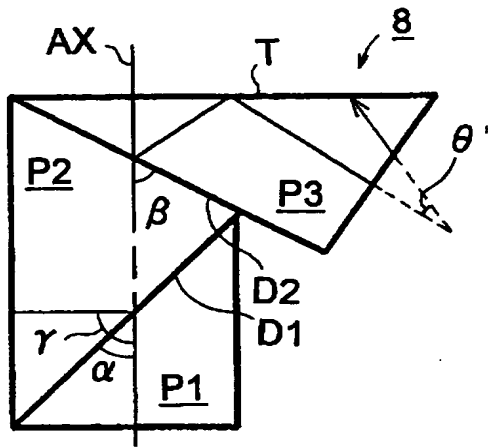
【書類名】

図面

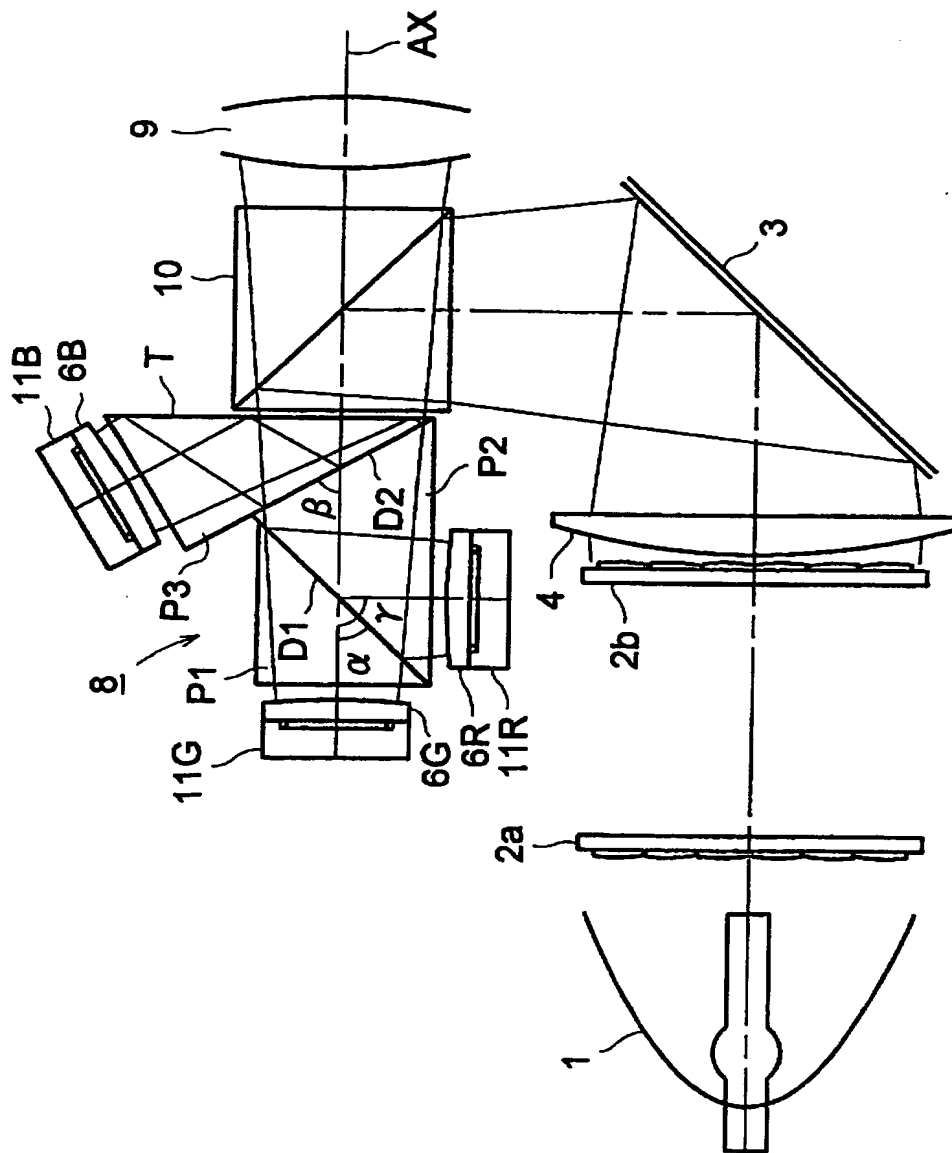
【図 1】



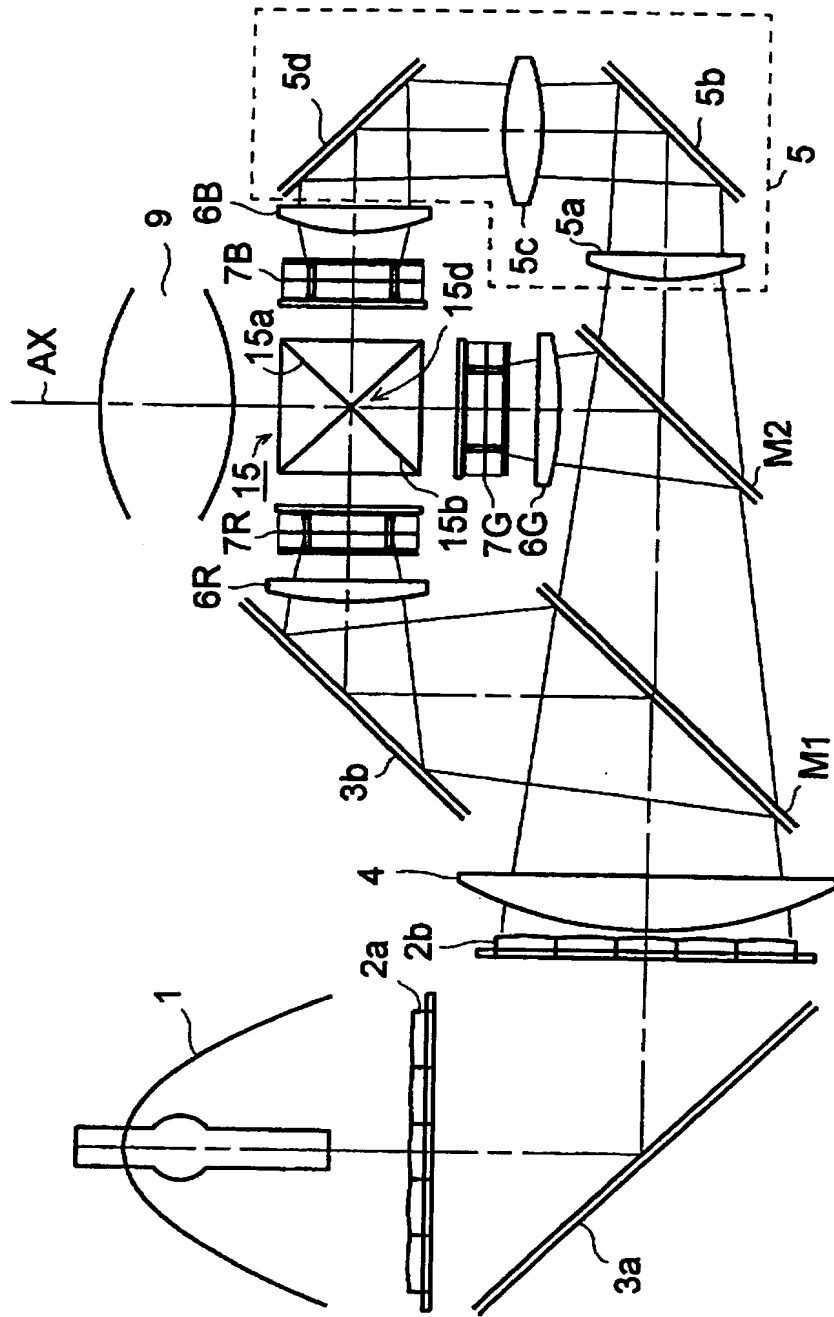
【図 2】



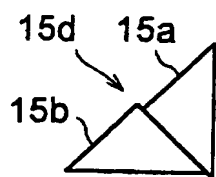
【図 3】



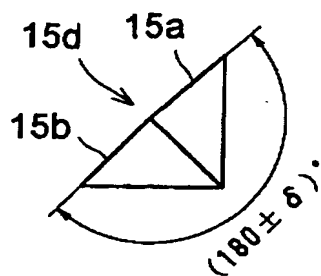
【図 4】



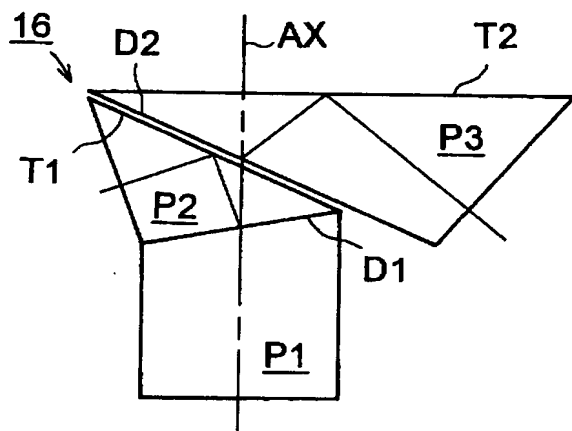
【図 5】



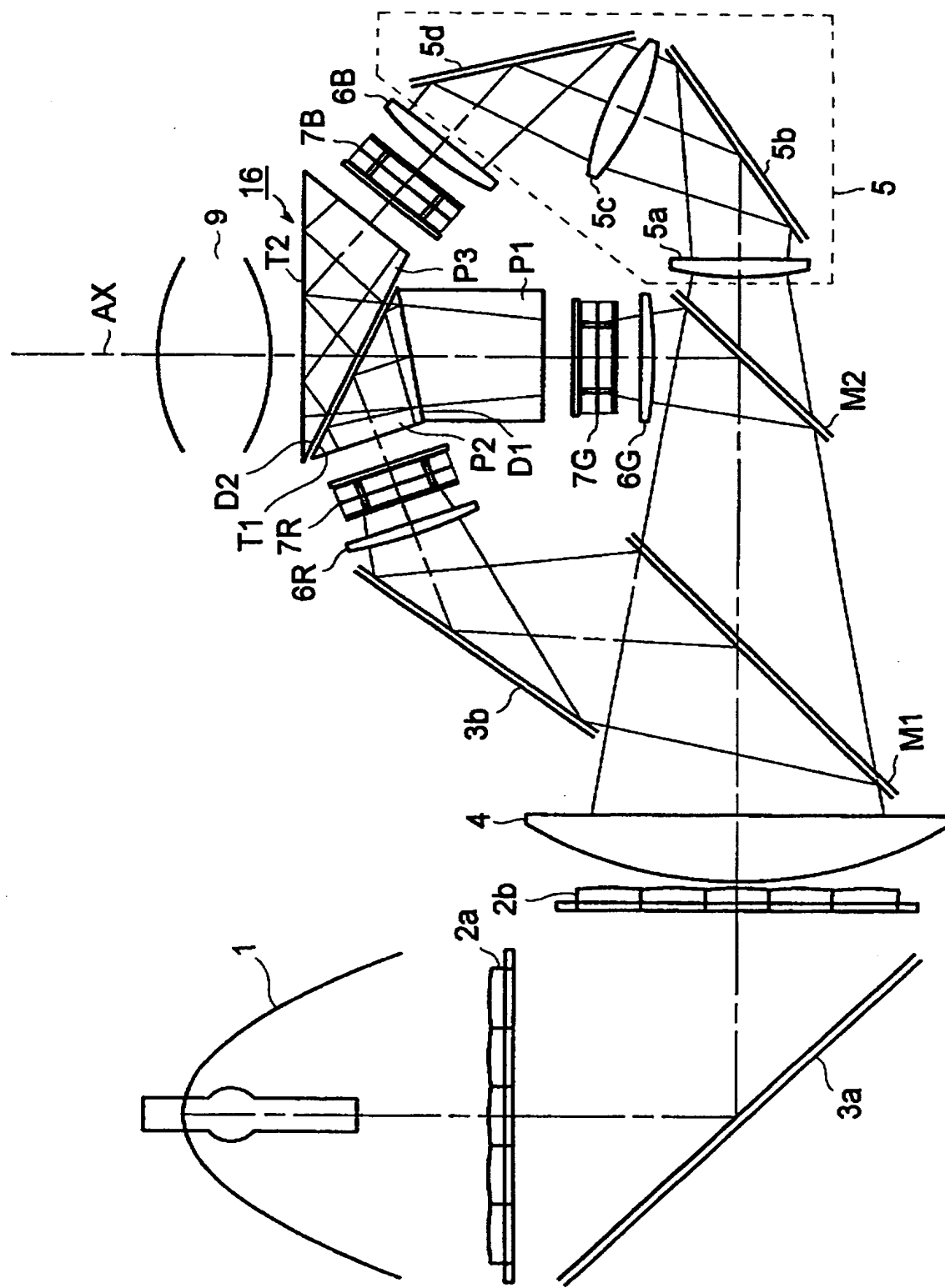
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 高精度の色合成が可能な低価格で小型の投射型表示装置を提供する。

【解決手段】 ダイクロイックプリズム(8)は、互いに異なった波長選択特性を有するダイクロイック面(D1,D2)と、Bの色光に対して全反射条件を満たすプリズム面(T)とを有する。ダイクロイック面(D1)は投射レンズ(9)の光軸(AX)に対して略45°の角度 α を成し、RとGの色光を色合成する。ダイクロイック面(D2)は、ダイクロイック面(D1)で色合成されたR、Gの色光と、プリズム面(T)で一度全反射したBの色光とを色合成する。ダイクロイック面(D1,D2)で色合成されたRGBの色光はプリズム面(T)から射出される。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 6 0 7 9]

1. 変更年月日 1 9 9 4 年 7 月 2 0 日

[変更理由] 名称変更

住 所 大阪府大阪市中央区安土町二丁目 3 番 1 3 号 大阪国際ビル
氏 名 ミノルタ株式会社